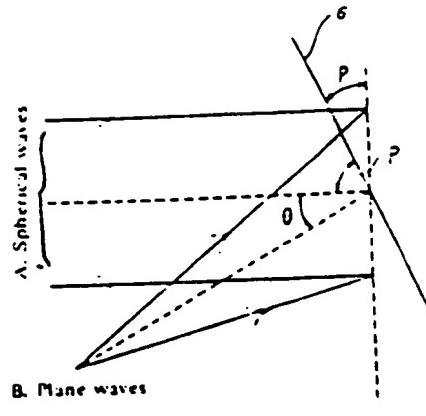


(54) FORMATION OF HOLOGRAM

(11) Kokai No. 53-75950 (43) 7.5.1978 (19) JP
(21) Appl. No. 51-151618 (22) 12.16.1976
(71) FUJITSU K.K. (72) HIROYUKI IKEDA(1)
(52) JPC: 10IG0;97(7)B23;10IAO
(51) Int. Cl.: G03H11/04, G02B3.32, G02B27.17, G06K7.10

PURPOSE: To eliminate astigmatism and image distortion, even if the wave fronts are made different upon formation and reproduction of FZP (Fresnel Zone Plate), by making plane waves incident at an angle upon the surface of a photosensitive material while fixing the angle between the plane waves and spherical waves.

CONSTITUTION: When it is intended to prepare an FZP for hologram, the plane waves are irradiated upon a recording medium θ at a present angle θ with respect to spherical waves and at a right angle with respect to the recording medium θ according to the conventional method. On the contrary, according to the present method, the plane waves are irradiated at angle of inclination P with respect to a recording medium θ while leaving its angle θ as it was with respect to the spherical waves. Thus, even if the reproduction is carried out with the use of optical beams of different wave fronts from those upon formation of the hologram by a light scanning system, it is possible to reduce the fluctuations in the focal distance and to improve the reading accuracy 1 bar c des.



公開特許公報

昭53-75950

54Int. CL³
G 03 H 1/04
G 02 B 5/32
G 02 B 27/17
G 06 K 7/10

識別記号

52日本分類
104 G 0
977 B 23
104 A 0

54内装理番号
7158 23
6619 56
7529 23

55公開日 昭和53年(1978)7月5日
発明の数 1
審査請求 有

(全8頁)

ホログラムの作成方法

発明者 安藤清俊

川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

登録 昭51-151618

出願 昭51(1976)12月16日

川崎市中原区上小田中1015番地

発明者 池田弘之

川崎市中原区上小田中1015番地

川崎市中原区上小田中1015番地

代理人 奉里士一 東久五郎 外3名

富士通株式会社内

明細書

1. 発明の名称

ホログラムの作成方法

2. 特許請求の範囲

感光体上で平面鏡と球面鏡とを所定の角度で干渉せしめてホログラムを作成するホログラムの作成方法において、該平面鏡と球面鏡との間の角度を固定したまま、該感光体面に対して平面鏡を傾斜して入射せしめることを特徴とするホログラムの作成方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、光スポットを特定平面内で多方向に走行させてバーコードを読み取るようとした光走行装置に用いるホログラムの作成方法に関するものである。

最近、デパートやスーパー・ケフトにおいて商品の充上、在庫などの管理を自動化するため、商品に付けたバーコードから商品の種類、価格などを自動的に読み取ってこの情報を電子計算機により処理するようになった。

商品に付けたバーコードを読み取るには、バー

コードをレーザー光で代表される光ビームで走らし、その反射光強度の変化によりバーコードに記入された情報を読み取る方式が通常用いられる。

次に光ビームを一定方向に走らせる方法について説明する。

説明を簡単にするため、ホログラムの代りに凸レンズを考える。図1(a)に示すように、凸レンズ1は市販に入村した平面鏡2を一端Fに収束させる機能を持つ。そこで図2(a)のように、互いに分離した2枚の平面鏡2、3、4を凸レンズ1上の異なる位置に入村しても、それぞれの光はやはり一方Fに収束する。これは、凸レンズ1の各点において光の偏向方向が異なるということであり、これが基本的な光走行方法の原理である。実際には、図2(b)の如く、固定した組合せ平面鏡2、3に対して凸レンズ1を矢印方向に移動させれば、その移動に応じて光スポットがF(A)からF(A')ではむしろ走行が実現できるわけである。

凸レンズと同じ機能は、コヒーレントな平面鏡と球面鏡をホログラフィックに干渉させて作った

フレネル・ゾーン・プレート (Fresnel Zone Plate; 以下 F Z P と略記する) によつても得られる。又つて F Z P を用いた場合でも上記の光の実質は上記と同様に説明される。

次に、F Z P を用いた光走査原理について詳細に説明する。

第 1 図において、F Z P の構成面 (X' , Y') 上での偏向角 $S'(\alpha, \beta)$ の働きは、F Z P 面 (X , Y) 上での F Z P の中心 $O(\alpha, \beta)$ の働きと等しい。したがつて、鏡平面より更に遠方にある収取面 (X' , Y') 上での光 S' の座標は (M_x, M_y) となる。ここで M は、F Z P と鏡平面までの距離を f_1 、F Z P と収取面 (X' , Y') までの距離を f_2 とした場合に、

$$M = \frac{f_1}{f_2} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

で与えられ、F Z P の移動量に対する収取面上での偏向角の移動量であるから偏光倍率と定義する。

このような光を偏向させて光走査を行なう場合、重要な項目として光の収束度がある。第 1 図に示す

図

収束点および第 1 図に示すような像面わん曲収束が現われ、F Z P を移動させた場合、収取面上に光が均等に収束しない。

本発明は上述の如き従来の欠点を改善する新規な発明で、その目的は光走査装置に使用する F Z P の作成方法において、F Z P の作成時と再生時の表面を見なせても焦点収束や像面わん曲が現らないような F Z P の製法を提供することにある。

その目的を達成せしめるため、本発明のホログラムの作成方法は、感光体上で平面波と球面波とを所定の角度で干渉せしめてホログラムを作成するホログラム作成方法について、該平面波と球面波との間の角度を固定したまま、該感光体面に対して平面波を傾斜させて入射せしめることを特徴とするもので、以下本発明を詳述する。

まず、前述の如き焦点収束および像面わん曲収束を補正する方法を具体的に説明する前にホログラムの作成および再び過程を説明する。

F Z P を作成する方法は、コヒーレントを 2 つの波面の干涉パターンである。第 1 図に示すよう

いて、F Z P に平面波を入射させ、F Z P を回転させて波面 (X', Y') に上で F Z P の中心より多くつた在屈面を向こうとした場合、反射光 (X', Y') において逆反射されればならない。ところが F Z P に入射した平面波は斜平面 (X', Y') において反射し、収取面 (X', Y') においては十分な反射が得られない。そこで、平面鏡の代わりに反射する球面鏡を入射させ、収取面上に光を反射させる必要がある。この場合、球面鏡の焦距離から F Z P までの距離 α と F Z P の焦点距離 f_1 、F Z P から収取面までの距離 f_2 とすると、前述公式より、

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{M} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

となり、収取面上に光は収束するはずである。しかしながら実際は平面鏡と球面鏡の光干涉で作った F Z P を用いて像を再生する場合、平面鏡を用いなければならぬところを球面鏡を用いているわけであるから、この場合、F Z P の作成時と再生時の波面の違いにより第 2 図に示すような非直

10

に、収取面は (万能感光体) との接触に対しても、(1, 1) の入射角をもつ 2 つの波面を干渉させると、その干渉結果は、空気層 δ の厚さ方向に $(1, -1)/2$ の角度で形成される。いま、簡単のために空気層の厚さを無視すると、扇子開角 θ_1 は、次式で与えられる。

$$\theta_1 = \frac{1}{2 \sin \frac{\theta_1}{2}} \cdot \cos \frac{\theta_1}{2} = \frac{1}{\sin \theta_1 + \cos \theta_1} \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

ただし θ_1 は、コヒーレント光の波長 λ にして作成したホログラムに第 1 図に示すように角度 α の光を入射させると、その斜折角 β との間には次の関係がある。

$$\beta = \sin^{-1} \left(\frac{1}{\theta_1} - \sin \alpha \right) \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

ただし、 α, β は、ホログラムの底面に対して同一角にある場合同行等とする。

上記式より第 1 図式および第 2 図式より

$$\beta = \sin^{-1} (\sin \theta_1 + \cos \theta_1 - \sin \alpha) \quad \dots \dots \quad (5)$$

10

四

となり、ホールダラム作成時 β_1, β_2 および再生時 α の α が決まれば回折角 λ が求まる。

次に上述の如きホールダラムの再生時すなわち光走行路の際に生じる非点収差および球面わん曲率が出来るだけ少なくなるようなホールダラムの作成方法について説明する。

第9図はFZP作成光学系を示す概図である。第9図において、ホールダラム記録面($X-Y$)に對して、点 S_0 から発散する球面波と、 $X-Y$ 面に垂直に入射する平面波を干渉させると、 X 軸上での点 $(z+\Delta z)$ 、 (z) 、 $(z-\Delta z)$ における回折角子間隔 $\epsilon_0(z+\Delta z)$ 、 $\epsilon_0(z)$ 、 $\epsilon_0(z-\Delta z)$ はそれぞれ次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_0(z+\Delta z) &= \frac{1}{\sin \theta(z+\Delta z)} \\ \epsilon_0(z) &= \frac{1}{\sin \theta(z)} \\ \epsilon_0(z-\Delta z) &= \frac{1}{\sin \theta(z-\Delta z)} \end{aligned} \right\} \dots \dots \text{⑨}$$

⑨

$$\left. \begin{aligned} \beta(z+\Delta z) &= \sin^{-1} (\sin(\tan^{-1}(\frac{z+\Delta z}{f_z})) - \sin \alpha) \\ \beta(z) &= \sin^{-1} (\sin(\tan^{-1}(\frac{z}{f_z}))) \\ \beta(z-\Delta z) &= \sin^{-1} (\sin(\tan^{-1}(\frac{z-\Delta z}{f_z})) + \sin \alpha) \end{aligned} \right\} \dots \dots \text{⑩}$$

第10図を参照しながら第9式を用いて照像距離 ϵ を求めると、

$$\epsilon = \frac{2 \alpha \tan \alpha}{\tan \beta(z+\Delta z) - \tan \beta(z-\Delta z)} \dots \dots \text{⑪}$$

となる。ここで $\Delta z = \pm 100 \mu$ である。

上記第4式において、 Δz の値を固定して、 α の値を大きくとつて行くと、換言すれば、中心回折角(以後、中心偏角とよぶ) $\beta(z)$ の値が大きくなるにつれて、照像距離 ϵ の値が急激に増加し、球面わん曲率が発生するわけである。(ただし、 $H=1$ の場合には無収差である。)

光走行路では、FZPに入射させた平面波を零次元(ホールダラムを通過する直進光)と分離す

⑩

ただし、

$$\left. \begin{aligned} \beta(z+\Delta z) &= \tan^{-1} \frac{z+\Delta z}{f_z} \\ \beta(z) &= \tan^{-1} \frac{z}{f_z} \\ \beta(z-\Delta z) &= \tan^{-1} \frac{z-\Delta z}{f_z} \end{aligned} \right\} \dots \dots \text{⑫}$$

第10図に示すように、FZPに對して点 S_0 から球面波を入れると、 $(z+\Delta z)$ の位置では、再生角が $+\alpha$ 、 z の位置では、再生角が 0 、 $(z-\Delta z)$ の位置では、再生角が $-\alpha$ となる。

点 $(z+\Delta z)$ で回折角 $\beta(z+\Delta z)$ で回折した光線と、点 $(z-\Delta z)$ で回折角 $\beta(z-\Delta z)$ で回折した光線の交点を S' とし、FZP面($X-Y$)と S' を含む面との距離(これを照像距離といふ)を求める。なお、この場合の中心回折角は、 $\beta(z)$ となる。

上記第9、10、11式より $\beta(z+\Delta z)$ 、 $\beta(z)$ 、 $\beta(z-\Delta z)$ は次式のようになる。

⑪

る角度を中心として照像面で大きく走行させたいわけであるから中心偏角 $\beta(z)$ を零から回れたままで使用する。したがつてこの場合通常のFZPでは、非常に収差量が大きくなる。そこで、本発明ではFZPを作成するととき、ホールダラム面に對して平面波をもる傾斜角をもつて入射させる。このようにすると再生時に球面波の光を移動するFZPに對して垂直に入射させても該面に上り収差が非常に少なくなる。次にこれを詳しく説明すると、第11図(a)に示すように、従来は平面波と球面波を所定の角度 β で且つ平面波を記録媒体 P に對して直角で照射していた。これを本発明では、第11図(b)に示すように平面波と球面波間の角度 β はそのままとし、例えば記録媒体 P を角度 P だけ傾かすことにより平面波を傾かせた角度で照射するようにした。ここで、平面波の方を傾かせる様にしてよい。ホールダラム作成時ホールダラム面に對して平面波を入射させたときの傾斜角を P とすると、前記第9、10式より $\beta(z+\Delta z)$ 、 $\beta(z)$ 、 $\beta(z-\Delta z)$ は次式のようになる。

⑫

$$\left. \begin{aligned} f(x+\Delta x) &= \sin^{-1} (\sin P + \sin(\tan^{-1}(\frac{x+\Delta x}{f_0})) - \sin e) \\ f(x) &= \sin^{-1} (\sin P + \sin(\tan^{-1}(\frac{x}{f_0}))) \\ f(x-\Delta x) &= \sin^{-1} (\sin P + \sin(\tan^{-1}(\frac{x-\Delta x}{f_0})) + \sin e) \end{aligned} \right\}$$

..... (9)

ここで、結像距離 μ は第9式を用いて求められる。

上記第9式より第9式に具体的な数値を代入し、FZP作成時の平面波の入射角 P を変化させた場合の中心偏角 $\beta(z)$ と結像距離 μ の関係を偏光倍率を色々変えて計算した結果を第12図、第13図に示す。

第12図および第13図において、横軸は中心偏角($\beta(z)$)、縦軸は結像距離であり曲線 P_0, P_0' は平面波と球面波の内屈角 P が 0° の場合、曲線 P_{10}, P_{10}' は 10° の場合、曲線 P_{20}, P_{20}' は 20° の場合を示す。第12図は偏角倍率 μ が 1 であり、第13図は μ が 2 である。第12図および第13図において、中心偏角が $20^\circ \pm 5^\circ$ の範囲で使用する場合、 $P = 0$ のときは、結像距離の実測が非常に大きくなる。

11

を作成する場合の最適偏角 P がこのグラフからどちらどころにわかる。

第3項に関しては、各偏角倍率 μ について、中心偏角 $\beta(z) = 0^\circ$ の場合の結像距離 μ を基準とした操作部の実測 $\mu' (= \mu_0/\mu)$ の値を示したグラフを第14図に示す。この結果から、結像距離実測 μ' は、中心偏角 $\beta(z)$ および偏角倍率 μ が大きくなるほど増加していくことがわかる。

これまで第11図をもとにしてもX轴方向に偏する操作部の収束性およびその収束性が少なくなるような補正方法について述べて来た。これに対してY轴方向では、偏角 $\beta(z)$ で入射する平面波をY-Z平面に投影して考えればよい。この場合の偏角 $P = 0^\circ$ となる。X轴方向についての中心偏角 $\beta(z) > 0^\circ$ 、Y轴方向について $\beta(z) = 0^\circ$ の場合には第11図に示すようなFZP作成法を用いればよいことになる。これに対して、Y轴方向についても中心偏角 $\beta(z) > 0^\circ$ の条件が必要な場合には、Z轴方向についても上述の如き補正の方法を適用すればよい。いずれにしてもX轴方向、Y

12

とくに第12図では 15° のときと 25° のときでは、10倍以上の差がある。

しかしながら、 $P = 10^\circ$ および $P = 15^\circ$ の場合、ほとんど実測はない。これら第12図、第13図から次の事項が明確になつた。

III 偏光倍率 μ の値にかかわらず、所定の中心偏角 $\beta(z)$ に対する操作部の収束性が最小となる結像距離が存在する。

IV 最適結像角条件下での操作部の収束性は、偏角倍率 μ が大きくなるほど増大する。

V 最適結像角が増大するにしたがつて、最小結像距離 μ の値は減少する。

VI 先走差装置のFZP図面上でのビーム移の値は、結像距離 μ の値に大きな影響を与えない。

上記第1項に関しては、偏角倍率 μ が一定である場合、最適結像角 P と中心偏角 $\beta(z)$ との比 $P/\beta(z)$ は不変であるということであるから、偏角倍率 μ と $P/\beta(z)$ との関係を示すグラフを作成しておけば、先走差装置における偏角倍率 μ と、中心偏角 $\beta(z)$ が設計段階で決定すれば、FZP

13

操作部の操作部の収束性およびその補正の方法は、それぞれ独立に取り扱うことができる。

以上詳細に説明したように、本発明は、先走差装置に使用するFZPを制作する場合、FZPを平面波に対して所定内屈をもつて配置したので、先走差装置においてホロタム作成時と異なる反射の光ビームを用いて再生せしめても結像距離のズレを小さくすることができ、先走差装置におけるバーコード読み取精度を向上せしめることができ、かつ読み取距離も広くすることができる。

4. 侧面の偏角を説明

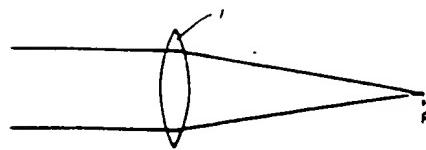
第11図は、凸レンズに太い平面波が入射した場合の状態を説明する図、第12図は凸レンズに細い平面波が入射した場合の状態、第13図は細い平面波に対して凸レンズを移動させた場合の状態、第14図はFZPを使用した先走差装置の原理を説明する断面図、第15図は操作部の収束性を説明するための図、第16図は操作部の収束性を説明するための図、第17図および第18図はFZPの作成過程を説明するための図、第19図および第20図は

14

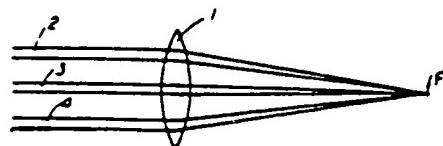
○グラム再生過程を説明するための図版、第1～4図はズーム用を用いたFZPの作成系を示す図、第12、13図は、Pを変えた時の中心偏向角に対する散乱距離の変化を示す図、第14図は中心偏向角内と動作距離変動との関係を示すグラフである。

図中、1は凸レンズ、2～5は細い平面鏡、6は記録媒体、7は干涉域である。

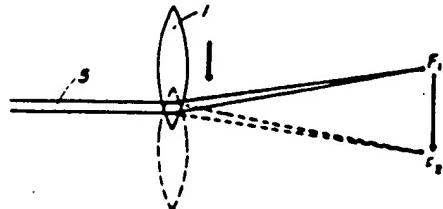
第一図



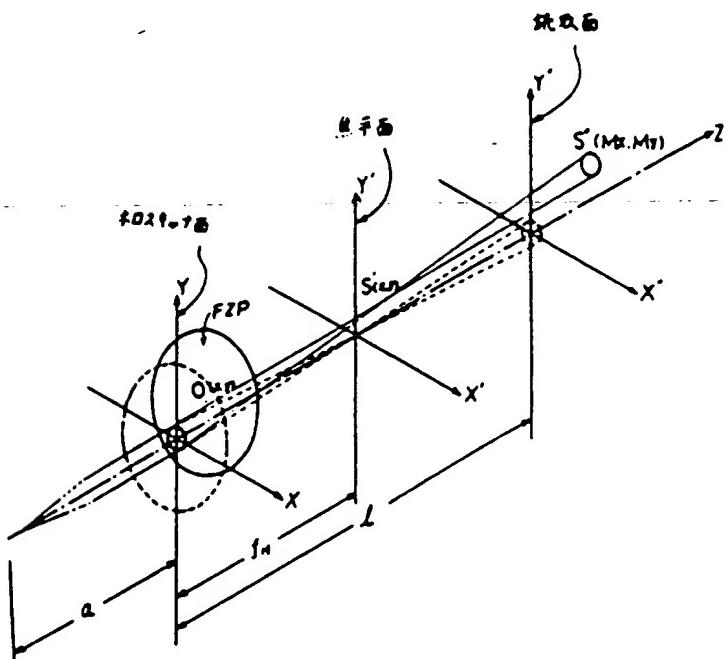
第二図

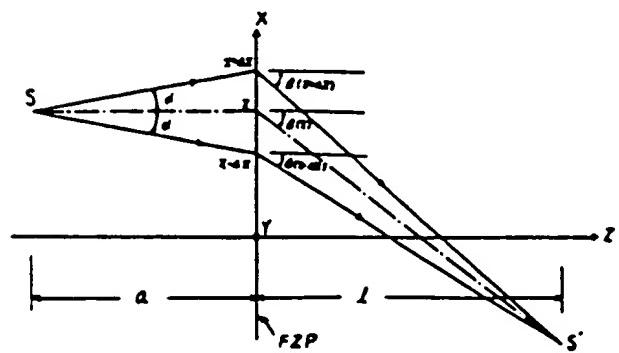
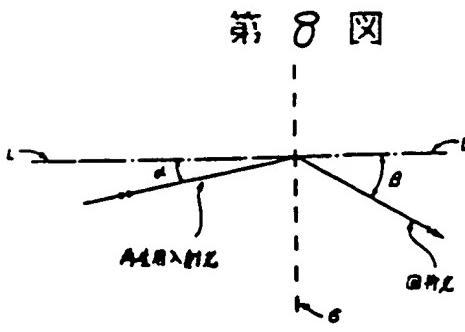
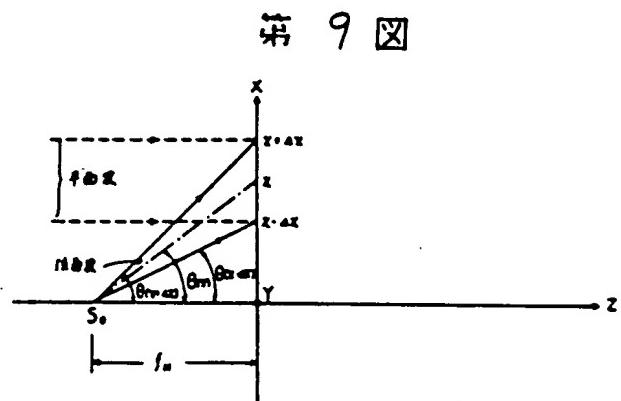
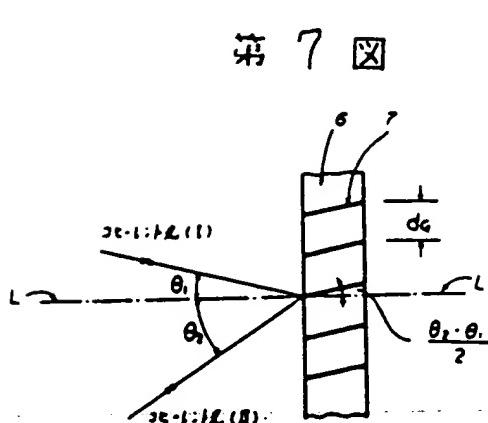
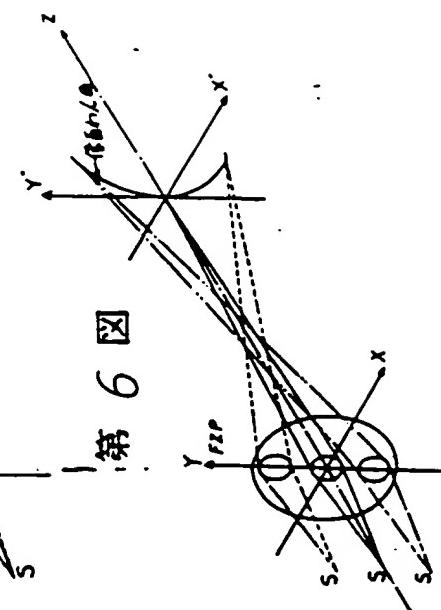
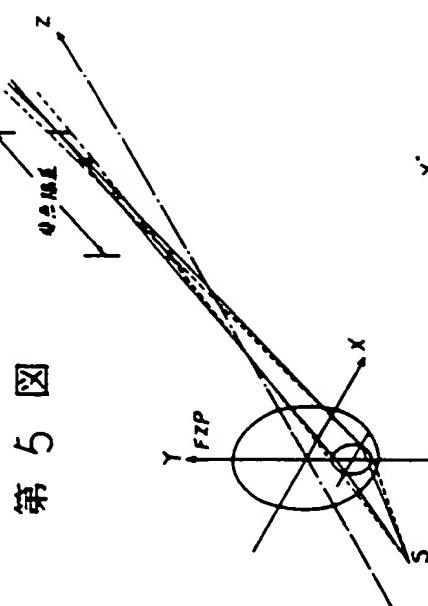


第三図

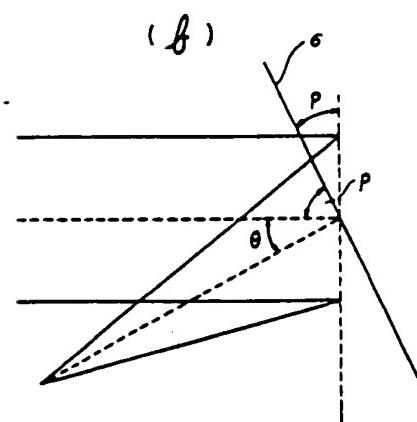
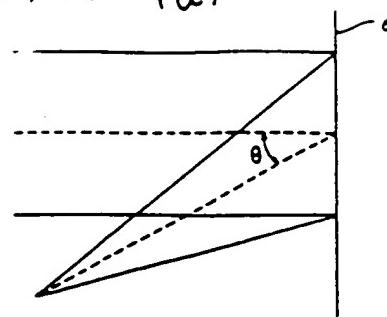


第四図

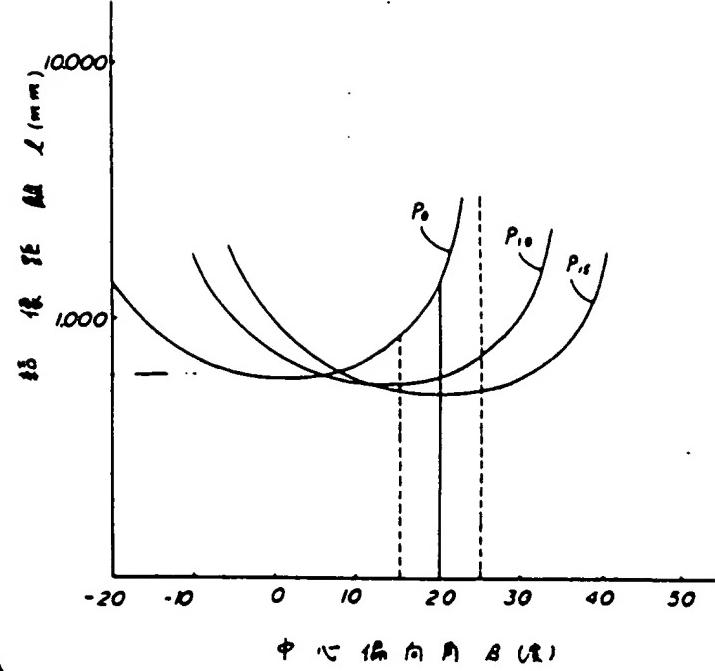




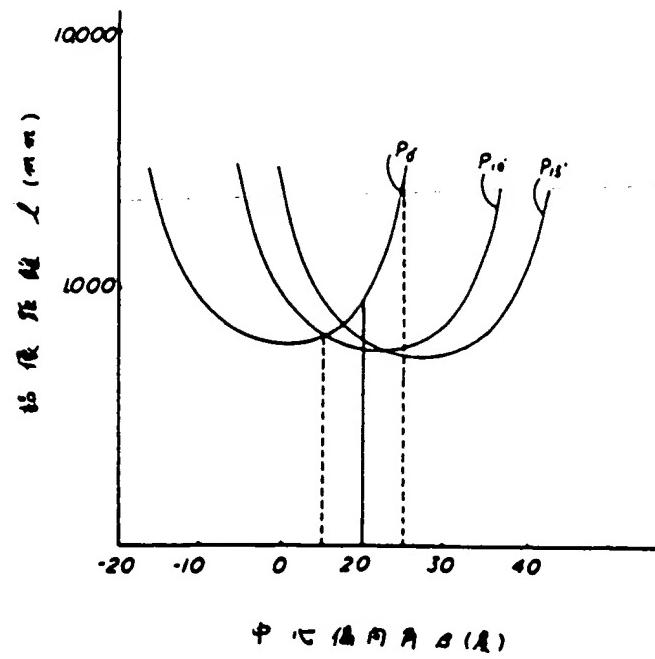
第11図 (a)



第12図



第13図



第 14 図

